

RESPUESTA DE *Lolium multiflorum* Lam. cv. Tewera A LA APLICACION DE UN COMPOST URBANO.

J.M. Murillo, E. Cabrera, R. López y P. Marín-Olmedo

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla. C.S.I.C. Apartado 1052.
41080 Sevilla.

RESUMEN

Se estudia en campo la respuesta de un ryegrass a la aplicación de compost urbano (12 y 48 t ha⁻¹). En relación con un control sin fertilizar, ambas dosis aumentaron la producción de biomasa, pero no introdujeron cambios significativos en las concentraciones de N, P y K del ryegrass. En todos los tratamientos, las extracciones epigeas de P y K fueron comparativamente mayores que las de N. El compost parece haber potenciado la absorción de K y algo la de N (dosis alta), aunque los datos de mineralización revelaron que la cantidad de N aportada por la dosis alta fue inferior a la cantidad extraída por el ryegrass.

INTRODUCCION

El compostaje de basuras urbanas podría resolver, parcialmente, el problema que supone su ubicación definitiva. No obstante, los composts urbanos no siempre alcanzan el grado de aceptación deseado, limitando así la viabilidad de esta estrategia. Rodríguez-Ruíz (1) indica que el 80% de las industrias dedicadas al compostaje en España, tuvo que cerrar en la década de los 60 debido a la baja calidad del producto obtenido y a la falta de información del agricultor.

Además, es frecuente que no se obtengan respuestas inmediatas de cosecha con dosis moderadas, 10-15 t ha⁻¹, lo que podría paliarse forzando la dosis, o aplicando el compost junto con abonos minerales, práctica más aconsejable debido a que aumenta la eficacia de la utilización de N por la planta (2). Esta estrategia será cada vez más necesaria ante las limitaciones previstas para la utilización de composts urbanos. Hay que tener en cuenta que su excesiva acumulación podría aumentar fuertemente el nivel de contaminación de los suelos con metales pesados, y otras sustancias tóxicas, lo que a su vez podría tener efectos perjudiciales, a largo plazo, sobre la microflora, aspecto muy negativo para suelos fértiles.

En este primer trabajo se comparan los resultados obtenidos con una dosis moderada y otra alta de compost urbano, sobre producción y estado nutricional de

ryegrass. La comparación de esta modalidad con la aplicación conjunta de compost y abono mineral se está estudiando en la actualidad y será motivo de futuras publicaciones.

MATERIAL Y METODOS

El ensayo se realizó en campo, en microparcels de 1 m² sobre suelo franco-arcillo arenoso en sus primeros 60 cm, cuyas principales características aparecen en la Tabla 1. Las características del compost utilizado (Sevilla), se recogen en la tabla 2. El compost se aplicó a razón de 1200 g/parcela (unas 12 t ha⁻¹, tratamiento Cm) y 4800 g/parcela (48 t ha⁻¹, CM). El control se identificará como C. Se dispuso de cuatro repeticiones por tratamiento. La siembra del ryegrass se efectuó el 2 de diciembre, regándose durante todo el cultivo con el agua normal de la zona, muy rica en nitratos (hasta 120 mg l⁻¹) y clasificada como C₃S₁ (3).

Tabla 1. Análisis del suelo.

Parámetro	0 - 30 cm	30 - 60 cm	60 - 90 cm
CaCO ₃ %	31	34	34
pH	8.1	8.3	8.3
Arena gruesa %	22	16	16
Arena fina %	30	30	29
Limo %	27	28	32
Arcilla %	21	25	23
CCC* cmol _c kg ⁻¹	14.4	15.0	-
N Kjeldhal %	0.1	0.04	0.04
M.O. %	1.4	0.8	0.5
P Olsen mg kg ⁻¹	29	23	17
K acetato mg kg ⁻¹	360	226	189

* CCC = Capacidad de Cambio Catiónico.

Es un suelo fuertemente calcáreo, moderadamente bajo en N y M.O. (4) y contenidos normales de P y K (4), aunque según otros criterios (5), el contenido de P sería muy alto y el de K extremadamente alto, en función de la capacidad de cambio del suelo (para P se ha tenido en cuenta (6) la correlación existente entre P Olsen, utilizado por nosotros, y P Mehlich 1). Del compost cabe destacar su bajo contenido en materia orgánica, aunque razonable de N, y elevada concentración de CaCO₃. Las concentraciones de N-NO₃ y azúcares solubles indican un notable grado de madurez. Los contenidos de metales pesados están por debajo de los niveles máximos permitidos para composts urbanos (7).

Tabla 2. Análisis del compost urbano de Sevilla.

pH - H ₂ O	7.3	P	(%)	0.4
CE compost/agua 1:5 (dS m ⁻¹)	5.2	K	(%)	0.5
M.O. total (%)	20	Ca	(%)	14
M.O. oxidable (%)	12	Mg	(%)	0.4
Relación C/N	9.0	Zn	(mg kg ⁻¹)	1300
Azúcares solubles (mg g ⁻¹)	0.7	Mn	(mg kg ⁻¹)	700
CaCO ₃ (%)	25	Pb	(mg kg ⁻¹)	250
N Kjeldahl (%)	1.3	Cr	(mg kg ⁻¹)	77
N - NO ₃ ⁻ (mg kg ⁻¹)	900	Ni	(mg kg ⁻¹)	44
N - NH ₄ ⁺ (mg kg ⁻¹)	40	B	(mg kg ⁻¹)	20

La producción epígea se obtuvo mediante cortes periódicos, pesándose en verde y seco la biomasa obtenida en cada microparcela. El N se determinó mediante digestión Kjeldahl y P y K tras mineralización de la muestra (vía seca) y disolución de cenizas con HCL concentrado (8), el primero por colorimetría (complejo fosfovanadomolibdico) y el segundo por fotometría de llama. El estudio de mineralización del N se realizó en laboratorio, utilizando el mismo suelo de las parcelas, al que se añadió una cantidad de compost equivalente, en lo posible, a la añadida con la dosis alta. Se siguieron las indicaciones de Keeney y Bremner (9), determinándose en las muestras control (sin compost) y tratadas el N-NO₃ + N-NH₄ a las 0, 1, 2, 4, 6, 8, 12, 17, 20 y 22 semanas (10).

RESULTADOS Y DISCUSION

Desde el primer corte, la aplicación del compost incrementó la producción de biomasa respecto al control (influyendo en ello su notable contenido de nitratos), aunque en la generalidad de los cortes, sólo la dosis alta ocasionó diferencias estadísticamente significativas (Tabla 3). Las mayores producciones correspondieron a los cortes 4º y 5º debido a que las plantas habían comenzado el encañado en el momento del corte.

La dosis alta de compost ocasionó una producción total de materia seca de unas 34 t ha⁻¹, 36% superior a la del control, cantidad realmente importante, puesto que en verde esta cifra supone una producción de forraje superior a las 200 t ha⁻¹. Con la dosis baja, también se superó la producción del control (15%), pero en este caso la diferencia no resultó estadísticamente significativa. No obstante, los incrementos de producción ocasionados por el compost fueron notables, teniendo en cuenta que el suelo utilizado es fértil (Tabla 1). Esto demuestra que incluso en suelos fértiles, un compost urbano, suficientemente maduro, puede tener efectos inmediatos sobre la producción, siempre que la dosis no sea demasiado baja.

Sin embargo, la aplicación de compost no influyó, en general, sobre las concentraciones de los nutrientes básicos N, P y K, según refleja la Fig. 1. Sólo en el tercer corte, la dosis alta ocasionó un incremento significativo de N. En algunas ocasiones se observaron incrementos en las concentraciones de N y K, pero no resultaron significativos. Nunca se observaron en el caso del P (Fig. 1).

Tabla 3. Producción de materia seca del ryegrass (g m^{-2}).

Corte	Fecha	Control	Compost dosis baja	Compost dosis alta
1°	13 marzo	232 a	270 ab	316 b
2°	13 abril	374 a	486 ab	576 b
3°	6 mayo	463 a	542 ab	605 b
4°	4 junio	929 a	979 a	1156 a
5°	31 julio	520 a	614 ab	779 b
Total	-	2518 a	2891 ab	3432 b

Valores seguidos por una misma letra, en una misma fila, no difieren estadísticamente ($P < 0.05$)

Las concentraciones de P y K, incluidas las del control, se mantuvieron dentro de los intervalos de suficiencia propuestos por diversos autores para estos nutrientes (Tabla 4), superándose incluso en ocasiones el límite superior del intervalo. Este hecho corrobora la consideración del suelo utilizado como sustrato muy rico en P y K. Por el contrario, las concentraciones de N siempre estuvieron por debajo del límite inferior del intervalo (Tabla 4).

Tabla 4. Intervalos de suficiencia para N, P y K propuestos por los autores que se indican (porcentajes sobre materia seca).

	Bergman (11)	Kelling y Matocha (12)	Jones et al. (8)
N	3.0 - 4.2	3.5 - 4.0	4.5 - 5.0
P	0.35 - 0.5	0.36 - 0.44	0.35 - 0.40
K	2.5 - 3.5	2.8 - 3.2	2.0 - 2.5

Como cabía esperar, las extracciones de los tres nutrientes fueron mayores cuando se aplicó el compost, debido a la mayor biomasa obtenida en estos tratamientos (Tablas 3 y 5). Sin embargo, cuando se comparan estas extracciones con las esperadas para *L. multiflorum* (13), se comprueba que las de P y K fueron proporcionalmente mayores que las de N, lo que corrobora el potencial fertilizante del suelo respecto a estos dos nutrientes.

La extracción de N fue del orden de un 10 a 20% superior a la esperada, correspondiendo el mayor porcentaje a la dosis alta de compost, dosis que parece haber potenciado en cierta medida la absorción de N. La extracción media de P fue un 35% superior a la esperada, en todos los tratamientos, no habiéndose apreciado en este caso ningún efecto positivo del compost, observado en otras ocasiones (14, 15, 16). Si se observó en el caso del K, con un incremento sobre la extracción esperada del 97% en el caso de la dosis alta de compost, 69% en el caso de la dosis baja y 41% en el del control, valores mayores que los obtenidos para P y, sobre todo, N. La acción positiva de composts urbanos sobre la extracción de K es un hecho registrado con frecuencia en la literatura científica (17, 18, 19).

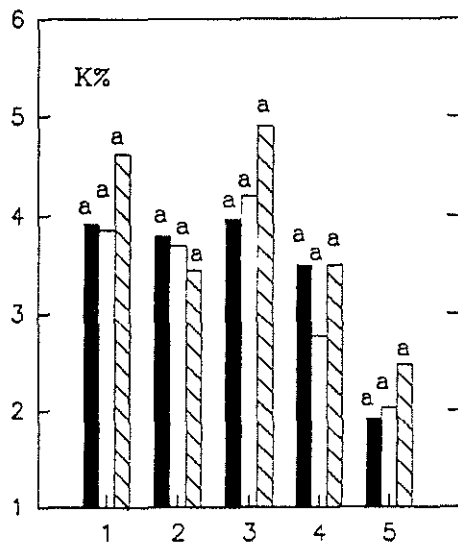
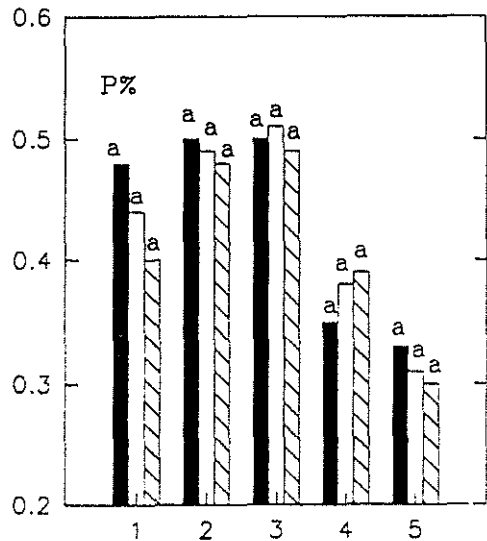
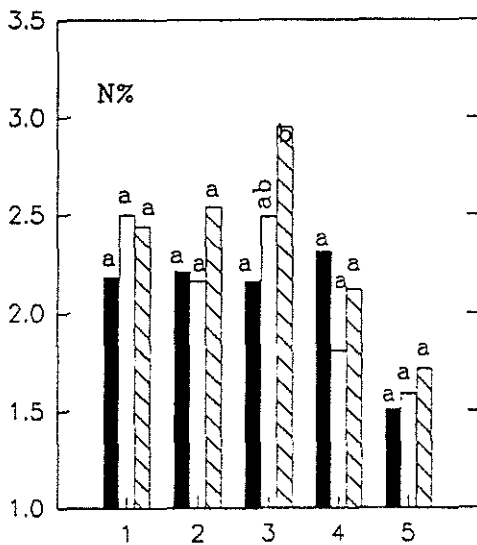


Fig. 1. Concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio en función de los cortes y tratamientos efectuados:
 C : control
 Cm : compost dosis baja
 CM : compost dosis alta.
 Barras con letras iguales, para cada elemento y corte, no difieren significativamente ($P < 0.05$).

Tabla 5. Extracciones epigeas de N, P y K efectuadas por el ryegrass y valores esperados para esta especie (valores en kg ha⁻¹).

Nutriente	Tratamiento	Cantidad aplicada	Extracción esperada*	Extracción realizada	Incremento obtenido**
N	C	-	441 - 504	528	5 - 20
	Cm	169	505 - 577	584	1 - 16
	CM	667	601 - 686	784	14 - 30
P	C	-	72 - 82	103	26 - 43
	Cm	48	82 - 94	119	27 - 45
	CM	192	97 - 112	138	23 - 42
K	C	-	355 - 669	885	32 - 49
	Cm	60	407 - 766	900	17 - 120
	CM	240	484 - 911	1244	37 - 157

*Según datos facilitados por Dominguez-Vivancos (13) para una producción de forraje (m.s.) de 10 t de ryegrass inglés.

**Incrementos expresados en porcentajes, sobre el intervalo de extracción esperado.

La mineralización del N del compost, ensayo realizado en laboratorio con el mismo suelo de la parcela, simulando en lo posible la dosis alta aplicada en campo, se ajustó a una curva del tipo:

$$N_{\min} = N_0 (1 - e^{-kt}) + N_i$$

donde N_{\min} representa el N mineralizado ($N-NO_3 + N-NO_2 + N-NH_4$) a un tiempo t, N_0 el N potencialmente mineralizable, N_i el N inorgánico presente inicialmente en el suelo y K una constante de intensidad de mineralización.

Para el control (suelo) se obtuvo un valor de N_0 de 35 mg kg⁻¹ de suelo, y de 72 mg kg⁻¹ para el suelo tratado con compost (dosis alta). La diferencia de 37 mg kg⁻¹ de suelo sería el N potencialmente mineralizable del compost utilizado, cantidad equivalente a un 22% del total de N aplicado. Esto supondría un total de unos 150 kg ha⁻¹, en el caso de la dosis alta aplicada en campo, cantidad sensiblemente inferior a la extraída por el ryegrass en cualquiera de los tratamientos establecidos (Tabla 5).

Determinados efectos de tipo biológico y fisiológico, junto a posibles sinergismos nutricionales, potenciadores incluso de la toma de nutrientes del propio suelo, pueden haber motivado la mayor producción de biomasa obtenida bajo la acción del compost.

Pero resulta evidente que con dosis de composts urbanos razonablemente moderadas (10-15 t ha⁻¹), es prácticamente imposible aplicar la cantidad de N que requieren la mayoría de cultivos actuales, aun contando con composts de razonable capacidad de liberación de N, como el utilizado en estos ensayos. En nuestras condiciones (Anadalucfa Occidental), la aplicación de 14 t ha⁻¹ de compost urbano no afectó a las cosechas de una rotación sorgo-trigo (20).

Por consiguiente, ante las limitaciones comunitarias que son previsibles para la utilización de composts, es cada vez más necesaria la estrategia de aplicarlos junto con

abonos minerales, lo cual aumenta la eficacia de la utilización del N por la planta (2). De esta forma, pueden mantenerse niveles razonables de cosecha, al tiempo que se añade M.O. a los suelos, sin que disminuya el interés del agricultor por estos productos. Paralelamente, es necesario estudiar el lixiviado de nitratos que conlleva esta estrategia, aspecto que estamos abordando actualmente en diversos enclaves de nuestra Región.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado con cargo al Proyecto de Investigación AGR 91-0600 (Programa Nacional de Investigación Agrícola).

BIBLIOGRAFIA

1. RODRIGUEZ-RUIZ, F., 1980. Utilización agraria de los residuos sólidos urbanos: líneas de investigación. International Conference on COMPOST, Madrid.
2. BUCHANAN, M. y GLIESSMAN, S.R., 1992. How compost fertilization affects soil nitrogen and crop yield. *Biocycle* 32, 72-76.
3. RICHARDS, L.A. (Ed.), 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agric. Hand. No. 60. USDA. U.S., Govt. Printing Office. Washington D.C.
4. JUNTA DE EXTREMADURA - MUNDI PRENSA, 1992. Interpretación de Análisis de Suelo, Foliar y Agua de Riego. Consejo de Abonado (Normas básicas). Ed. Mundi Prensa y Consejería de Agricultura y Comercio de la Junta de Extremadura. Neografis, S.L. Madrid.
5. COPE, J.T. y EVANS, C.E., 1985. Soil testing. En: *Advances in Soil Science* (B.A. STEWART, Ed.), Vol. 1, 201-228. Springer-Verlag, New York.
6. WOLF, A.M. y BAKER, D.E., 1985. Comparisons of soil test phosphorus by Olsen, Bray P1, Mehlich I and Mehlich III methods. *Commun. in Soil Sci. Plant Anal.*, 16, 467-484.
7. ZUCCONI, F. y DE BERTOLDI, M., 1987. Specifications for solid waste compost. *Biocycle*, 28, 56-61.
8. JONES, Jr., J.B., WOLF, B. y MILLS, H.A., 1991. *Plant Analysis Handbook*. Micro-Macro Publishing, Athens, GA.
9. KEENEY, D.R. y BREMNER, J.M., 1967. Determination and isotope ratio analysis of different forms of nitrogen in soils. 6. Mineralizable nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 31, 34-39.
10. BREMNER, J.M. y KEENEY, D.R., 1966. Determination and isotope-ratio analysis of different forms of nitrogen in soils. 3. Exchangeable ammonium, nitrate and nitrite by extraction-disillation methods. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 30, 577-582.

11. BERGMANN, W., 1983. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen, Entstehung und Diagnose. Fischer, Jena.
12. KELLING, K.A. y MATOCHA, J.E., 1990. Plant analysis as an aid in fertilizing forage crops. En: Soil Testing and Plant Analysis (R.L. WESTERMAN, Ed.), cap. 23, 603-643. SSSA, Madison, Wisconsin.
13. DOMINGUEZ VIVANCOS, A., 1989. Tratado de Fertilización. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
14. CABRERA, F., MURILLO, J.M., LOPEZ, R. y HERNANDEZ, J.M., 1991. Fate of phosphorus added with urban compost to a calcareous soil. J. Environ Sci. Health, B 26, 83-97.
15. JIMENEZ, E.I., GARCIA, V.P., ESPINO, M. y MORENO, J.M., 1993. City refuse compost as a phosphorus source to overcome the P-fixation capacity of sesquioxides-rich soils. Plant and Soil, 148, 115-127.
16. HERNANDEZ, J.M., MURILLO, J.M. y CABRERA, F., 1992. Lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Romana Spring) response to urban compost fertilization. Agr. Med., 122, 45-53.
17. GALLARDO-LARA, F. y NOGALES, R., 1987. Effect of application of town refuse compost on the soil-plant system: a review. Biological Wastes, 19, 35-62.
18. NOGALES, R., GOMEZ, M. y GALLARDO-LARA, F., 1986. Influencia de la fertilización con compost de basura urbana sobre la disponibilidad de potasio asimilable. Agrochimica, 30, 45-47.
19. MURILLO, J.M., CABRERA, F., HERNANDEZ, J.M. y BARROSO, M., 1991. Influencia del aporte sucesivo de compost urbano sobre la disponibilidad de K de un suelo. Suelo y planta, 1, 653-662.
20. CABRERA, F., DIAZ, E. y MADRID, L., 1989. Effect of using urban compost as manure on soil contents of some nutrients and heavy metals. J. Sci. Food Agric., 47, 149-169.